

10/531/48

EP/03/11197

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

REC'D 29 OCT 2003

WIPO PCT

**Aktenzeichen:**

102 49 314.6

**Anmeldetag:**

22. Oktober 2002

**Anmelder/Inhaber:**

Peguform GmbH & Co KG in Ins., Bötzingen/DE

**Bezeichnung:**

Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung physikalisch getriebener Strukturschäume im Spritzgießprozess unter Verwendung dynamischer Mischelemente

**IPC:**

B 29 C, B 29 B, C 09 J

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Oktober 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

*Wenner*  
Wenner

**Vorrichtung und Verfahren zur Herstellung physikalisch getriebener  
Strukturschäume im Spritzgießprozess unter Verwendung dynamischer  
Mischelemente**

5

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein physikalisches Treibmittel mit hoher Reproduzierbarkeit und Prozesssicherheit gleichmäßig in den Schmelzestrom einer Spritzgießmaschine einzubringen und zu verteilen, um eine homogene Polymer/Treibmittel-Lösung zu generieren und zwar unter Verwendung einer konventionellen Spritzgießmaschine.

10

Diese Erfindung ist eine Weiterentwicklung der in unserer Patentanmeldung EP01111504.5 beanspruchten Vorrichtung zur Herstellung geschäumter Kunststoffformteile. Bei besagter Vorrichtung handelt es sich um eine Spritzgießmaschine, welche zur Herstellung eines geschäumten Kunststoffformteils eingesetzt wird. Um eine schäumbare Kunststoffmasse zu erzeugen, wird dem Kunststoffmaterial ein Treibmittel zugefügt, welches im Spritzgießwerkzeug durch Expansion des unter Druck in der Schmelze gelöst vorliegenden Treibmittels infolge Druckabbaus während des Einspritzens ins Spritzgießwerkzeugs Gasblasen erzeugt welche infolge Viskositätserhöhung während der Abkühlung der Schmelze eingefroren werden und letztlich die Schaumstruktur bilden. Für Vorrichtung und das Verfahren, welche in EP01111504.5 vorgestellt werden, kommen physikalische Treibmittel zum Einsatz. Der Eintrag eines physikalischen Treibmittels in eine Polymerschmelze erfolgt durch eine poröse Hülse. Diese poröse Hülse ist auf dem Schneckenkolben montiert, vorzugsweise in einem Bereich zwischen der Meteringzone und einer stromabwärts anschließenden Mischzone. Die poröse Hülse besteht aus porösem oder permeablem Material, durch welches das physikalische Treibmittel unter Druck hindurchtritt, um sich in der Schmelze zu lösen. Diese poröse Hülse ist als ein dünnwandiges, zylinderförmiges Teil für den Gaseintrag für Polymerschmelzen unterschiedlichster Zusammensetzung hervorragend geeignet, da sie eine große Oberfläche aufweist. Die in der Patentanmeldung EP01111504.5 vorgestellte Lösung betrifft eine Begasung mit nachgeschaltetem Mischvorgang mittels einem auf dem Schneckenkolben montierten Mischelement. Die Begasung erfolgt in einem Abschnitt des Schneckenkolbens, was bedeutet, dass das Begasungselement die Bewegungen des Schneckenkolbens ausführt. Durch die Verwendung eines Begasungselements in einem Abschnitt des Schneckenkolbens werden die Investitionskosten der Gesamtanlage herabgesetzt, weil

15

20

25

30

35

in einer konventionellen Spritzgießmaschine lediglich der Schneckenkolben ausgetauscht werden muss, um mit derselben Anlage geschäumte Kunststoffformteile herzustellen. Durch die Ausführung des Begasungselements als poröse Hülse, welche sich axial mit dem Schneckenkolben mitbewegt und gleichzeitig auch dessen

5 Rotationsbewegungen mit ausführt, erfolgt ein gleichmäßiger Treibmitteleintrag. In der unmittelbaren Umgebung der porösen Hülse erfolgt durch den Gaseintrag eine unvollständige Durchmischung des Gases mit der Polymerschmelze, da Scherkräfte, welche die Durchmischung erleichtern, am Umfang der glatten Hülse gering sind.

Gute Mischwirkungen können hingegen erreicht werden durch Scherungen, 10 Dehnungen und Umlagerungen der Schmelze.

Ein möglicher Weg, dieses Ziel zu erreichen, wird in DE10150329 dargestellt. Das komprimierte Treibmittel wird über ein statisches Mischelement, welches zwischen Plastifizieraggregat und Verschlussdüse montiert wird, mit der Schmelze in Kontakt gebracht. Eine poröse Sintermetall-Fläche, welche die Mischelemente umschließt, 15 dient dabei als Kontaktelement zwischen Treibmittel und Polymerschmelze.

Konzentrations- und Druckunterschiede bewirken über Diffusions- und Sorptionsvorgänge eine Aufnahme des Treibmittels in der Schmelze. Die Homogenisierung des Polymer/Treibmittelgemisches geschieht dabei während des Einspritzvorgangs durch die den Schmelzekanal unterbrechenden Stege des 20 statischen Mischelements. Die Umlagerungen, Aufteilungen und Dehnungen der Schmelze innerhalb des Mischers begünstigen dabei die Diffusionsvorgänge. Die Aufnahme des Treibmittels in die Schmelze wird dadurch nachhaltig begünstigt.

Ein Nachteil in der in DE10150329 offenbarten Erfindung besteht darin, dass der Eintrag des Treibmittels erst kurz vor der Verschlussdüse erfolgt. Somit bleibt wenig 25 Zeit für eine vollständige Durchmischung der Schmelze vor dem Durchtritt durch die Verschlussdüse in die daran anschließende Kavität. Um eine vollständige Durchmischung der Schmelze mit dem Treibmittel gewährleisten zu können, muss daher entweder ein Mischelement mit großer Baulänge oder ein hoher Druck an das Mischelement angelegt werden, damit das Treibmittel sich gleichmäßig in der 30 Polymerschmelze verteilt, bevor es über die Verschlussdüse in die Kavität gelangt.

Auch in EP01111504.5 wird als prinzipieller Nachteil von statischen Mischelementen die Scherwirkung derselben genannt, welche die Polymermatrix beschädigen kann. Ein weiterer Nachteil eines Einsatzes eines statischen Mischelements im Bereich des Schneckenkolbens ist die aufwändige Ventilsteuerung, die zur Regelung des 35 Treibmitteleintrags dient, womit sich die Anlagekosten und die Störanfälligkeit erhöhen.

Bei der konstruktiven Realisierung der porösen Hülse nach EP01111504.5 besteht die Gefahr, dass durch die großen Dichtoberflächen im Betrieb Undichtigkeiten auftreten, wodurch das Treibmittel nicht mehr ausschließlich durch die poröse Hülse, sondern zusätzlich über die Dichtstellen in die Polymerschmelze gelangt. Wenn es durch eine Störung im Treibmittelsystem zu einer Absenkung des Drucks kommt, könnte außerdem der Fall eintreten, dass die unter höherem Druck stehende Polymerschmelze über derartige Undichtigkeiten in das Treibmittelzufuhrsystem gelangt.

Um diesen Nachteilen des Standes der Technik Abhilfe zu verschaffen, wird gemäß dieser Erfindung vorgeschlagen, mindestens ein dynamisches, also ein mit dem Schneckenkolben mitbewegbares Mischelement einzusetzen, über welches gleichzeitig der Treibmitteleintrag erfolgt. Die Erfindung sieht in vorteilhafter Weise vor, dass der Schneckenkolben stromabwärts einer Meteringzone poröse oder permeable Mischelemente aufweist, die über eine Treibmittelzuführeinrichtung im Kern des Schneckenkolbens mit dem Treibmittel beaufschlagbar sind und das Treibmittel gleichmäßig in die Schmelze einbringen. Während der Plastifizierphase rotieren die Mischelemente in der Polymerschmelze bei gleichzeitiger Translationsbewegung des Schneckenkolbens. Diese Kombination aus Translation und Rotation während der Dosierphase bewirkt eine ständige Durchmischung und Umlagerung der Schmelze bei gleichzeitiger Treibmittelbeaufschlagung und sorgt somit für ein homogenes Polymer/Treibmittelgemisch.

Die Kombination von Mischelement und Eingangsbereich in demselben Abschnitt des Schneckenkolbens erlaubt nicht nur eine Kombination von Mischelement und Treibmitteleintrag in einem eng begrenzten Abschnitt des Schneckenkolbens. Die geometrische Form des Mischelements als rotationssymmetrischer Körper erlaubt außerdem einen punktgenauen Eintrag von Treibmittel in die Polymerschmelze. Des weiteren kann die Menge des Treibmitteleintrags genau gesteuert werden. Durch die Ausführung der Mischelemente als rotationssymmetrische Körper, welche in die Schmelze im Ausgasungsbereich hineinragen, wird eine gleichmäßige Durchmischung und Homogenisierung des Treibmitteleintrags gewährleistet. Durch die Rotation und Translation der Schnecke erfolgt die Durchmischung auch schon bei einer kurzen Verweilzeit der Schmelze im Eingangsbereich.

Nur das Mischelement selbst besteht aus porösem oder permeablem Material, das Schneckenkolbenelement kann aus einem Material bestehen, welches höhere Festigkeit aufweist. Die auf die Mischelemente einwirkenden dynamischen Kräfte, welche durch die Bewegung der Mischelemente in der Schmelze hervorgerufen

werden, wirken somit nur auf kleine, vorzugsweise als rotationssymmetrische Körper ausgeführte Mischelemente. Dadurch können die Belastungen durch Scher- oder Torsionskräfte auf ein Minimum reduziert werden.

Die Mischelemente selbst weisen eine Dichtung auf, durch welche gewährleistet wird, dass der Gaseintrag ausschließlich über die poröse Oberfläche erfolgt. Das bedeutet, dass die Größe der Treibmitteleinschlüsse über die gesamte Schmelzeoberfläche genau eingestellt werden kann.

Mit Hilfe der Erfindung ist es möglich, mit nur geringen Änderungen an einer konventionellen Spritzgießmaschine physikalisch getriebene Strukturschaum-Formteile herzustellen, welche sich durch eine kompakte Außenhaut und einen geschäumten Kern auszeichnen und somit im Vergleich zu kompakten Bauteilen materialspezifische Vorteile mit Einsparungen an Gewicht, Material und damit Kosten verbinden. Des weiteren ist kein Eingriff in die Maschinensteuerung erforderlich, so dass die Investitionskosten gering sind.

Die Erfindung hat im Vergleich zum Stand der Technik folgende Vorteile:

- Geringe Investitionskosten, da keine aufwendige Spezialmaschine notwendig ist, sondern lediglich ein Austausch des Schneckenkolbens einer konventionellen Spritzgießmaschine.
- Gleichmäßige Treibmitteleinbringung aufgrund mehrerer, axial mitwandernder und rotierender Eingasungsstellen während der Polymerdosierung.
- Hoher Homogenisierungsgrad aufgrund intensiver Mischvorgänge bei einer im Verlauf der Eingasung stets gleichen wirksamen Länge der Misch- und Scherzonen des Schneckenkolbens.
- Optimales Lösungsverhalten aufgrund langer Diffusionszeiten und großer Diffusionsflächen bei kleinen Diffusionswegen.
- Reproduzierbarkeit des Prozesses unabhängig vom Dosiervolumen.
- Hoher Wirkungsgrad des Treibmittels.
- Leichte Austauschbarkeit defekter oder verstopfter Mischelemente
- Kombinationsmöglichkeit von Mischelementen verschiedener Bauart und vielfältige Optimierungsmöglichkeiten in Abhängigkeit von dem zu verarbeitenden Polymermaterial

Dadurch, dass das Treibmittel über die porösen oder permeablen Mischdorne gleichmäßig in die Polymerschmelze eingebracht wird, ist eine optimale Treibmitteleinbringung während der Polymerdosierung möglich. Es ergibt sich ein verbessertes Lösungsverhalten aufgrund langer Diffusionszeiten und großer Diffusionsflächen bei kleinen Diffusionswegen. Außerdem ist eine hohe Reproduzierbarkeit des Spritzgießprozesses unabhängig vom Dosiervolumen und eine optimale Nutzung des Treibmittels feststellbar. Durch die Rotations- und Translationsbewegung der Mischelemente in der Polymerschmelze und der damit einhergehenden Scherwirkung werden lokale Konzentrationsunterschiede und Treibmittelagglomerate verhindert. Schließlich hat die Erfindung den Vorteil geringer Investitionskosten, da keine aufwendige Spezialmaschine notwendig ist, sondern lediglich ein Austausch des Schneckenkolbens der konventionellen Spritzgießmaschine. Eine verlängerte Einspritzeinheit ist ebenfalls nicht erforderlich. Es genügt eine Standardlänge der Einspritzeinheit im Bereich des 20- bis 25-fachen des Außendurchmessers des Schneckenkolbens.

Vorzugsweise ist vorgesehen, dass der Durchmesser des Schneckenkolbens im Bereich der porösen oder permeablen Mischelemente des Schneckenkolbens verringert ist. Die vergrößerte Schneckengrundtiefe ermöglicht es aufgrund des geringen Druckniveaus der Polymerschmelze im Eingassungsbereich, dass das Treibmittel direkt zugeführt werden kann, ohne dass eine Dosierstation erforderlich ist.

Vorzugsweise werden die Mischelemente gleichmäßig in mehreren Reihen versetzt auf dem Umfang des Schneckenkolbens vorgesehen, um eine gleichmäßige Verteilung des Treibfluides in der Schmelze zu gewährleisten.

Vorzugsweise wird das Treibmittel dem Schneckenkolben über ein den Schneckenkolben radial umschließendes Hochdruck-Dichtungsgehäuse während der Dosierphase zugeführt. Dabei liegt das physikalische Treibmittel als Fluid vor.

Das Hochdruck-Dichtungsgehäuse erhält das Treibmittel von mindestens einer Druckflasche. Dies hat den Vorteil, dass keine Dosierstation erforderlich ist.

Das Hochdruck-Dichtungsgehäuse bewegt sich simultan mit der Axialbewegung des Schneckenkolben ohne Rotation in Axialrichtung mit. Dies ermöglicht eine

gleichmäßige Treibmitteleinbringung aufgrund des flächigen, axial mitwandernden und rotierenden Eingassungsbereichs während der Polymerdosierung.

Die Polymer-/Treibmittellösung wird bei einer im Verlauf der Eingassung stets gleichen  
5 wirksamen Länge von Misch- und Scherelementen des Schneckenkolbens  
homogenisiert. Die Injektion des Treibmittels findet während der Dosierphase statt.

Fig. 1 ist eine Schnittdarstellung einer Spritzgießmaschine mit Schneckenkolben

Fig. 2 zeigt ein Detail eines Mischelements

10 Fig. 3 zeigt eine mögliche Anordnung der Mischelemente auf dem Schneckenkolben

Im folgenden wird unter Bezugnahme auf die Zeichnung Fig.1 und Fig. 2 die Erfindung näher erläutert:

Fig. 1 zeigt eine Spritzgießmaschine mit einem in der Einspritzeinheit 2 rotierenden  
15 und während der Einspritzphase axial bewegtem Schneckenkolben 1.

Das Polymergranulat wird über einen Materialtrichter 3 zugeführt und von dem  
rotierenden Schneckenkolben 1 im Bereich einer Einzugszone 4 eingezogen. Die sich  
anschließende Kompressionszone 5 und Meteringzone 6 bewirken unter Zuhilfenahme  
der externen Zylinderheizung 7 das Aufschmelzen, Komprimieren und Homogenisieren  
20 des polymeren Materials, so dass am Ende der Meteringzone 6 eine thermisch und  
stofflich homogene Polymerschmelze vorliegt. Am Ende 8 der Meteringzone 6 des  
Schneckenkolbens 1 ist der Schneckengrund sprunghaft vergrößert 8, d.h. der  
Durchmesser des Schneckenkolbens 1 ist sprunghaft verringert. In dem Bereich des  
verringerten Durchmessers sind poröse oder permeable Mischelemente 9 vorgesehen,  
25 die über eine Treibmittelzuführeinrichtung 10 und eine Bohrung 11 mit einem  
physikalischen Treibmittel beaufschlagbar sind, wobei das Treibmittel gleichmäßig in  
die Polymerschmelze eingebracht wird.

Die porösen oder permeablen Mischelemente 9 dienen als Kontaktfläche zwischen  
dem Treibmittel und der Polymerschmelze. Die Änderung der Grundtiefe des  
30 Schneckenkolbens führt in diesem Abschnitt, der sogenannten Eingassungszone 13, zu  
einer Druckabsenkung. Das verdichtete Treibmittel, z.B. ein Treibfluid, wird über die  
Bohrung 11 in der Schneckenkolbenlängsachse und mehrere radiale Bohrungen 12 zur  
Verteilung über die Mischelemente 9 zugeführt.

Die porösen oder permeablen Mischelemente 9 können aus Sintermetall oder aus  
35 einem anderen permeablen Material, wie z.B. Keramik gebildet sein.

Die Bohrungen 11, 12 sind stromaufwärts des Eingabetrichters 3 mit einer Treibmittelzuführeinrichtung 10 verbunden. Hierzu umschließt ein Dichtungsgehäuse 18 mit einem Gehäusekern und verschraubbaren Deckel den Schneckenkolben 1. Das Dichtungsgehäuse 18 ist zwischen einer nicht dargestellten Antriebseinrichtung für den Schneckenkolben 1 und dem Plastifizierzylinder 2 montiert und ist gegen Verdrehen gesichert. Das Dichtungsgehäuse 18 bewegt sich simultan mit der Axialbewegung des Schneckenkolbens 1. Der axiale Hub des Schneckenkolbens 1 entspricht beispielsweise dem dreifachen Durchmesser des Einspritzzylinders 2. Das Dichtungsgehäuse 18 weist spezielle Rotationsdichtungen 19 auf und ist mit Hilfe von Gleitringen auf dem Schneckenkolben zentriert. Ein axiales Verschieben des Dichtungsgehäuses 18 wird durch mechanische Spannelemente verhindert. Als Rotationsdichtungen 19 sind Gleitringdichtungen oder Radial-Wellendichtringe einsetzbar. Eine oder mehrere radiale Bohrungen 20 verbinden den Druckraum der Treibmittelzuführeinrichtung 10 mit der axialen Bohrung 11 in der Längsachse des Schneckenkolbens 1.

Nach der Zuführung des Treibmittels über die Oberfläche der Mischelemente verteilen förderwirksame Scherelemente 21, das Polymer-/Treibmittelgemisch.

Die Treibmittelzuführeinrichtung 10 erhält das Treibmittel vorzugsweise über handelsübliche Druckgasflaschen. Ein elektrisch, pneumatisch oder hydraulisch betätigtes Ventil 22 verbindet jeweils während der Dosierphase des polymeren Materials die ggf. mit Hilfe eines Druckminderventils gedrosselte Treibmittelversorgung mit dem Hochdruck-Dichtungsgehäuse 18.

Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel der Mischelemente. Ein rotationssymmetrischer Stift aus porösem Material 13 wird dabei in einer Gewindebohrung 14 senkrecht zur Achse des Schneckenkolbens 1 verschraubt. Alternativ dazu kann auch eine Presspassung oder andere Klemmvorrichtung vorgesehen sein. Alternativ dazu könnten auch federbelastete Vorsprünge zum Einsatz kommen, welche in Nuten des Schneckenkolbens einrasten. Derartige Einrastmechanismen können auch eine Demontage der Mischelemente ermöglichen, was zu Reinigungszwecken erforderlich sein kann. Der Mischstift ist dabei, ebenso wie die Bohrung im Schneckenkolben 1 abgesetzt und ermöglicht über die somit gebildete Schulter eine axiale Dichtstelle 15. Mit Hilfe von Kupfer-Dichtscheiben oder hochtemperaturfesten O-Ring-Dichtungen 16 kann somit der Mischstift gegen den Schneckenkolben abgedichtet werden und verhindert ein unkontrolliertes Eindringen von Treibmittel in die Kunststoffschmelze über die Kontaktfläche zwischen Mischstift und Schneckenkolben. Im Bohrungsgrund des Einschraubgewindes befindet sich eine zur Achse des Schneckenkolben radiale



Bohrung 12, welche auf die Axialbohrung 11 im Schneckenkolben trifft und somit die Verbindung zur Treibmittelzufuhr darstellt. Um ein möglichst gleichmäßiges Ausströmen des Treibmittels über die Oberfläche des Mischstiftes zu generieren, kann dieser ggf. mit einer Axialbohrung 17 versehen werden. Damit wird gewährleistet, dass

5 die Fließwiderstände durch das permeable Material zu allen Stellen der Oberfläche gleich ist. Die Geometrie der Mischelemente kann neben der zylindrischen Form auch kegelförmig sein. Dies hat den Vorteil, dass aufgrund der abnehmenden Stirnfläche die thermisch induzierte Inhomogenitäten infolge Dissipationserwärmung zur Zylinderwand verringert werden. Ferner können die Mischelemente rechteckig oder rautenförmig

10 ausgeführt sein. In Fig. 3 ist eine Abwicklung des Schneckenkolbens 1 im Bereich der Eingangsstellen zwischen Meteringzone 6 und Scherzone 21 mit der entsprechenden Verteilung der Mischelemente 9 dargestellt.

Ein Mischelement kann aus Zylindern unterschiedlichen Durchmessers bestehen, kegelige oder kegelstumpfförmige Form aufweisen, rautenförmigen oder rechteckigen

15 Querschnitt aufweisen, als gerades oder schräges Prisma ausgebildet sein oder eine Figur in Form einer Schlangen- oder Schraubenlinie darstellen.

#### Bezugszeichenliste

- 20
1. Schneckenkolben
  2. Einspritzzylinder
  3. Materialtrichter
  4. Einzugszone
  - 25 5. Kompressionszone
  6. Meteringzone
  7. Zylinderheizung
  8. Vergrößerter Schneckengrund
  9. Mischelement
  - 30 10. Treibmittelzufuhreinrichtung
  11. Bohrung
  12. Radialbohrung
  13. Eingangszone
  14. Gewindebohrung
  - 35 15. axiale Dichtstelle
  16. O-Ring Dichtung

- 17. Axialbohrung
- 18. Dichtungsgehäuse
- 19. Rotationsdichtung
- 20. Radialbohrung
- 21. Scherzone
- 22. Ventil

5

10

**ANSPRÜCHE**

1. Vorrichtung zur Herstellung geschäumter Kunststoffformteile im Spritzgießprozess, vorzugsweise unter Verwendung eines physikalischen Treibmittels, wobei die Spritzgießmaschine mindestens einen Einspritzzylinder (2) enthält, welcher mindestens einen Schneckenkolben (1), welcher sich zumindest durch eine Einzugszone (4), eine Kompressionszone (5) und eine Meteringzone (6) erstreckt, beinhaltet, wobei das Treibmittel vorzugsweise in einen an die Meteringzone (6) anschließenden Bereich eingebracht wird, gekennzeichnet dadurch, dass das Treibmittel nur in einigen, örtlich begrenzten Bereichen eingebracht wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass am Ende (8) der Meteringzone (6) der Durchmesser des Schneckenkolbens verringert ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, gekennzeichnet dadurch, dass im Bereich des verringerten Durchmessers poröse oder permeable Mischelemente (9) vorgesehen sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass durch die Mischelemente (9) ein physikalisches Treibmittel in die Polymerschmelze eingetragen wird.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet dadurch, dass die Treibmittelzuführeinrichtung eine Bohrung (11) enthält.
6. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass die porösen oder permeablen Mischelemente (9) aus porösem oder permeablem Material bestehen.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet dadurch, dass das poröse permeable Material ein Sintermetall oder eine Keramik ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement als rotationssymmetrischer Stift ausgebildet ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement mit einer Vorrichtung zur Verbindung mit dem Schneckenkolben versehen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, gekennzeichnet dadurch, dass eine Vorrichtung zur Verbindung mit dem Schneckenkolben eine Gewindebohrung umfasst.

5 11. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass das Mischelement zumindest einen abgesetzten Bereich aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, gekennzeichnet dadurch, dass der abgesetzte Bereich eine Dichtung aufnehmen kann.

10

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, gekennzeichnet dadurch, dass die Dichtung aus Kupfer oder einem hochtemperaturfesten O-Ring besteht.

15

14. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement aus Zylindern unterschiedlichen Durchmessers besteht.

15. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement kegelige oder kegelstumpfförmige Form aufweist.

20

16. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement rautenförmigen oder rechteckigen Querschnitt aufweist.

25

17. Vorrichtung nach Anspruch 3, gekennzeichnet dadurch, dass ein Mischelement als gerades oder schräges Prisma ausgebildet sein kann.

## ZUSAMMENFASSUNG

5 Geschäumte Formteile können im Spritzgießprozess unter anderem durch die Verwendung physikalischer Treibmittel hergestellt werden. Bestehende Technologien unterscheiden sich weitestgehend in der Art und Weise, wie das Treibmittel in die Polymerschmelze eingebracht wird. Eine Möglichkeit besteht in der Zuführung des Treibmittels über auf dem Schneckenkolben (1) verteilten, aus einem porösen und permeablen Material bestehenden Mischelementen (9), welche über eine geeignete Treibmittelzuführung die Schmelze während der Dosierphase des polymeren Materials mit Treibmittel beladen und homogen verteilen. Das so gebildete einphasige Polymer-/Treibmittelgemisch bildet beim Einspritzen in ein Spritzgießwerkzeug infolge Druckabbaus eine Schaumstruktur aus.

10



Figure 2

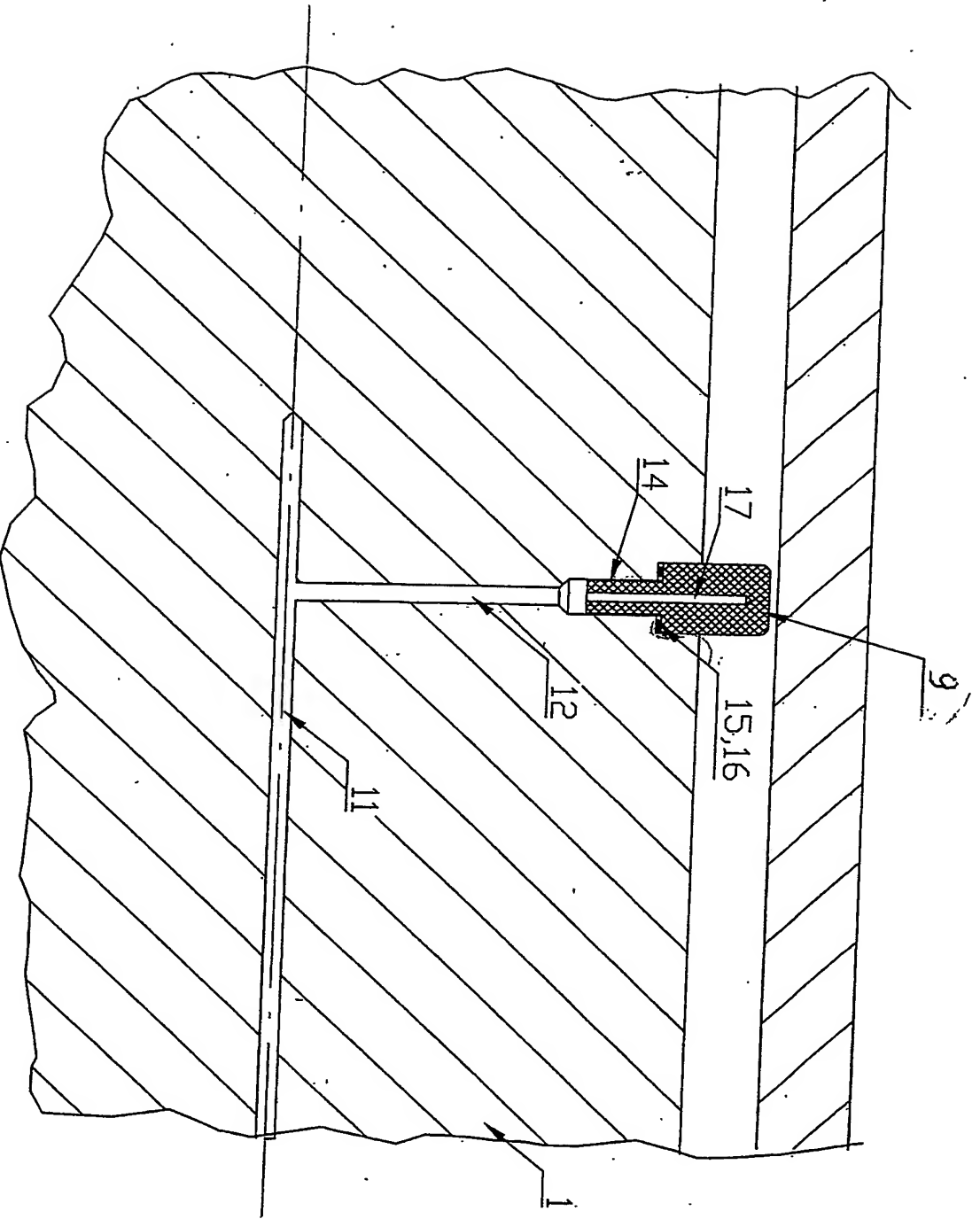


Figure 3

